# OVEREENKOMST TUSSCHEN DE 16^DE^ EEUWSCHE NAVIGATIE TER ZEE EN DE HEDENDAAGSCHE NAVIGATIE TER ZEE EN IN DE LUCHT,

DOOR

ERNST CRONE.



OVERGEDRUKT UIT: „DE ZEE", JAARGANG 1931/32.

## Overeenkomst tusschen de 16de eeuwsche navigatie ter zee en de hedendaagsche navigatie ter zee en in de lucht.

---

Het lezen van dezen titel zal wellicht den belangstellende verwonderd de vraag ontlokken: hoe is het mogelijk, dat sprake kan zijn van overeenkomst tusschen eenerzijds de uiterst primitieve navigatie uit het tijdperk, waarin voor ons land de groote zeereizen haar aanvang namen, het tijdperk, waarin de wetenschappelijke stuurmanskunst haar intrede deed en anderzijds de navigatie van heden, welke voldoen moet aan boord van snelle schepen, die haast even regelmatig de oceanen oversteken als de spoortreinen het land doorkruisen en daarenboven aan boord van de veel snellere vliegtuigen? Waar de eischen van toen en die van nu zoo geheel anders zijn, verwacht men geen overeenkomst. Evenwel bestaat deze, dank zij het feit dat, hoe uiteenloopend de eischen van toen en die van nu ook zijn, zij toch beide voerden naar een streven tot het brengen van vereenvoudiging in de navigate. Ter voldoening aan dit streven hebben nautici, geleerden, instrumentmakers van toen en van heden methoden aan de hand gedaan en instrumenten uitgevonden, die weinig verschillen, althans niet in principe.

In het hier volgend opstel zullen deze inleidende woorden nader worden toegelicht en wel aan de hand van voorbeelden. Wat die voorbeelden betreft, zal ik mij beperking opleggen. Gemakkelijk ware anders het onderwerp verder uit te spinnen, dan hier thans geschieden zal.

Van den stuurman, die in de 16de eeuw voer ter visscherij of wel ter kustvaart in de wateren van West- en Noord-

Europa, werd op het punt van het vinden van den weg over zee, slechts plaatselijke bekendheid geëischt van de kusten, die hij bevoer. Die plaatselijke bekendheid, „d'welck al te samen meest deur eijghen experientie ende bij instructie van de oude ervaren Piloten gheleert wordt" (Coignet, Nieuwe Onderwijsinghe, 1580) was toen voldoende. Het varen geschiedde op zicht, de navigatie werd uit het hoofd verricht en als hulpmiddelen daarbij beschikte de stuurman van die dagen over het kompas, het lood en het leeskaartboek. Onder dit laatste heeft men te verstaan een geschreven, later gedrukt boekje, waarin koersen en afstanden tusschen havens, bijzonderheden over kusten, getijden en stroomen vermeld werden, een primitieven zeemansgids dus, die zijn ontstaan dankte aan aanteekeningen in de praktijk door ervaren stuurlieden gemaakt.

Maar met het zenden van de schepen in het midden der 16$^{de}$ eeuw naar de Middellandsche Zee, de Levant, Canarische Eilanden en Bocht van Guinee en vooral in verband met het opkomen van de groote vaart op de Oost in het einde dier eeuw, veranderden en vermeerderden de eischen aan den stuurman gesteld. Want nu ontstond ten behoeve van het houden van bestek de noodzakelijkheid tot het kunnen uitvoeren van berekeningen, die liggen op het gebied der vlakke- en boldriehoeksmeting, waarbij wiskundige kennis, vaardigheid in het cijferen en bovendien een begrip van de sfeer en van de beginselen der sterrekunde noodzakelijk waren. Deze kundigheden — en zeker wel de wiskundige kennis in de eerste plaats — waren maar niet dadelijk aan te kweeken. Toch moesten eerst de pioniers, later het geheele corps van stuurlieden opgevoerd worden tot de eischen, die de nieuwe vaart meebracht. Zoo ontstond op geheel natuurlijke wijze het streven om vereenvoudiging te brengen in de berekeningen, die dienen tot het verkrijgen van gegist en waar bestek of die met andere zeevaartkundige problemen in verband staan en die alle een directe toepassing der wiskunde zijn. Toen de wetenschappelijke stuurmanskunst in ons land haar intrede deed — ik bedoel de stuurmanskunst op wiskundigen en astronomischen grondslag, uitgeoefend met behulp van kompas en zeekaart, een hoekmeetinstrument en astronomische gegevens, zooals wij die thans in onzen almanak aantreffen — toen ontstond genoemd streven. Men moet er in zien een noodzakelijk tegemoetkomen aan een gebrek aan kennis van de fundamenten der zeevaartkunde. Hetzelfde streven tot vereenvoudigen vindt men door de geheele ontwikkelingsgeschiedenis der zeevaartkunde heen en men vindt

het ook heden. Alleen is nu de reden, die er toe voert, een geheel andere geworden. Want nu begrijpt de stuurman, dank zij het feit dat hij een meer mathematische vooropleiding in zijn vak krijgt, wel de gronden ervan. Nu is het echter de wensch om tijd te winnen en om de kans op het maken van vergissingen te voorkomen, die de aanleiding tot genoemd streven vormen. In den zin van vlugheid in de bewerking, geen kans op vergissingen, zonder te letten op groote nauwkeurigheid, stelt ook nu de navigatie in de lucht haar eischen.

Gaan wij thans over tot de eerste vergelijking tusschen oud en nieuw. Het voorbeeld dat ik kies, stamt uit de vroegste dagen van het bestaan der wetenschappelijke stuurmanskunst hier te lande en wel uit den tijd toen onze zeelieden nog hun voorlichting dankten aan de zuidelijke landen, alwaar men reeds lang ervaring en kennis had. Evenwel stamt ons voorbeeld niet van Spaansche zijde, want ontleend is het aan de toevoeging in de Hollandsche taal, welke Michiel Coignet, (geboren te Antwerpen in 1549, overleden aldaar 1623) leverde bij de vertaling in het Hollandsch van het beroemde en origineel Spaansche werk van:

Pedro de Medina, Arte del Navegar, Valladolid 1545.

Bedoelde vertaling is getiteld:

De Zeevaart ofte Conste van ter Zee te varen van .... Peeter de Medina, Spaignaert .... overgeset bij M Merten Everaert Brug.

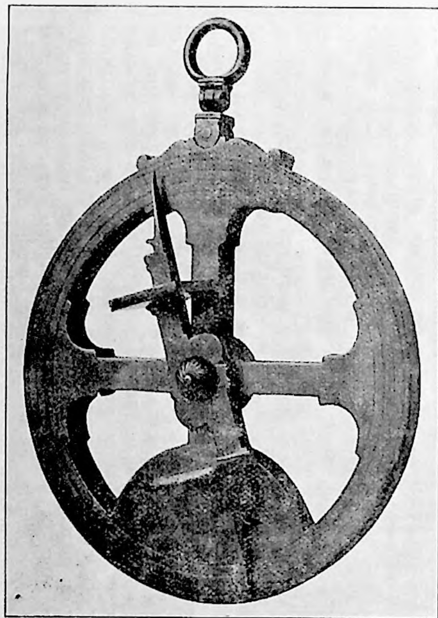
Deze vertaling, voor het eerst gedrukt te Antwerpen in 1580 en later verscheidene malen uitgegeven te Amsterdam, kwam telkens als één geheel uit met bovenbedoelde toevoeging van de hand van Coignet, die tot titel draagt:

Nieuwe Onderwijsinghe op de principaelste Puncten der Zee-Vaert .... deur Michiel Coignet. Antwerpen 1580

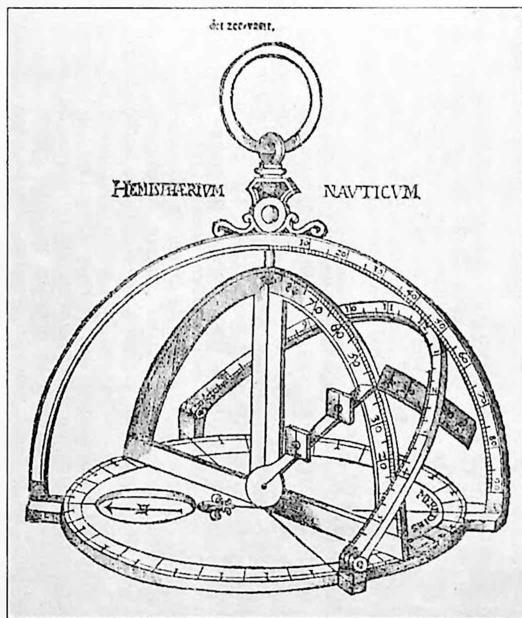
Een jaar later kwam dit boekje als een afzonderlijk werkje te Antwerpen ook in de Fransche taal uit. De auteur, een geleerd en vooraanstaand man in zijn tijd, beschrijft een instrument van zijn vinding, dat hij het „Hemisphaerium Nauticum" of wel de „Halve Zeespheer", of de „Hémisphère Marine" noemt en met behulp waarvan men uit de gegevens azimuth, hoogte en declinatie op ieder uur van den dag zoowel de breedte als den uurhoek van de zon, dus den tijd, vinden kan. Het vraagstuk, dat in wezen er een der boldriehoeksmeting is, werd met de zeesfeer tot oplossing gebracht, zonder dat daarbij gecijferd behoefde te worden. Waar het van belang is de breedte te kunnen vinden uit de observatie van de zon buiten den meridiaan

wanneer de zon op het moment van doorgang bedekt geweest is, prijst Coignet zijn instrument zeer aan. Waar ook becijfering geheel viel buiten het bereik van iederen zeeman, was een mogelijkheid het vraagstuk zonder becijfering op te lossen iets dat de aandacht waard was. Tusschen haakjes zij opgemerkt, dat zelfs twee eeuwen na Coignet nog geen zeeman door boldriehoeksmeting de breedte buiten den middag kon becijferen en dat het eerst Cornelis Douwes, de Amsterdamsche zeevaartkundige was, die in het midden der 18de eeuw, dank zij zijn methode en zijn tafelen den stuurman van alle zeevarende naties van Europa aan zich verplichtte door hem te leeren hoe de breedte kon gevonden worden door observatie van de zon buiten den meridiaan, wel door berekening, maar met vermijding van een zuiver boltrigonometrische becijfering.

Men vindt Coignet's halve zeesfeer hiernevens afgebeeld. Het instrument bestond uit een ronde grondplaat, die het vlak van den horizon voorstelde en die een klein kompasje droeg, op welke plaat loodrecht en vast een halve boog bevestigd was. Deze had aan de bovenzijde een kleinen ring, waaraan men het geheele toestel ophangen kon. Nam men het aan dezen ring op, dan kon men het met hulp van het kompasje en acht gevende op de variatie ter plaatse waar men zich bevond, zóó draaien, dat genoemde verticale halve boog in het vlak van den meridiaan kwam te liggen. Dan was er een halve boog, draaibaar om een verticale as, die het midden van de grondplaat verbond met het toppunt, welke boog een verticaalvlak voorstelde en aan welke men dus iederen stand geven kon. Een andere halve boog, draaibaar om de oost-westlijn, gaf den equator aan. Langs den laatste kon in loodrechten stand een gedeelte van een boog verschuiven, een stuk declinatiecirkel dus. En tenslotte was in het middelpunt van het toestel nog een asje, waarom een wijzer met twee vizieren draaien kon, die langs den verticaalcirkel liep. Alle bogen droegen verdeelingen in graden. Had men nu het toestel opgehangen en met hulp van het kompasje aan den meridiaan den stand gegeven zóó dat deze samenviel met het meridiaanvlak van de plaats van waarneming — veronderstellen wij voorloopig, dat men dit ook doen kon — en werden daarna door het zonlicht door de beide vizieren te laten vallen de wijzer en het vlak van den verticaalcirkel op de zon gericht, dan kon men langs den verticaalcirkel en op de grondplaat resp. hoogte en azimuth aflezen. Nu moest men de declinatie in een tafel opzoeken, waarna men door het op en neder bewegen van



Zee-astrolabium.




Halve-zeesfeer.

den equator en het schuiven van den declinatieboog langs dezen, een zoodanigen stand voor beide vinden moest, dat de punt van den draaienden wijzer, die nog steeds op de zon gericht stond, samenviel met de bekende declinatie op den declinatieboog. Langs den meridiaan kon men nu de breedte en langs den equator den uurhoek op het moment van waarneming aflezen.

Als middel om aan te toonen hoe nauwkeurig zijn instrument is, geeft Coignet naast een vraagstuk opgelost met behulp van zijn zeesfeer ook de berekening van breedte en uurhoek uit bekend azimuth, hoogte en declinatie met behulp der boldriehoeksmeting, dus door becijfering. Uit zijn gegevens berekent hij den uurhoek door gebruik te maken van den sinusregel, zooals wij dit ook zouden doen. Om voorts de breedte te vinden gebruikt hij de bekende grootheden, den berekenden uurhoek en verder enkele hulpbogen, die hij becijfert en waarbij als eenige goniometrische verhouding de sinus optreedt. Dat klinkt nu heel eenvoudig, maar als men bedenkt, dat in genoemd jaar de logarithmen nog niet bekend waren en dus om die berekeningen uit te voeren de natuurlijke sinussen, geschreven in getallen van vijf cijfers, vermenigvuldigd en gedeeld moesten worden, dan begrijpt men dat geen zeeman in staat was dit vraagstuk langs den weg van becijfering op te lossen. Het ging verre boven zijn bevatting, zoowel als boven zijn vaardigheid. Teneinde met de zeesfeer te kunnen omgaan, behoefde de zeeman alleen begrip van de bogen aan den hemel te hebben. Kennis der wiskunde en vaardigheid in het cijferen kon hij ontberen. Ook zonder die kennis was hij nu in staat het belangrijke vraagstuk der breedtebepaling op te lossen onafhankelijk van de waarneming op den middag gedaan.

Al was Coignet's bedoeling goed, zijn streven te prijzen en al komt hij ook bij zijn vergelijking tusschen de waarneming met het instrument en de wiskundige becijfering tot het fantastisch nauwkeurig resultaat van 2′ verschil in de breedte te vinden en 3′ in den uurhoek, of hij succes gehad heeft met zijn zeesfeer lijkt mij zeer twijfelachtig. Het werken met het instrument op een slingerend schip zal wel lastig, om niet te zeggen meestal ondoenlijk, geweest zijn. En daarenboven was er in zijn dagen veel te weinig bekend van de grootte der variatie op diverse punten op aarde om het juiste richten ervan mogelijk te maken. Tenslotte zal als bezwaar gevoeld zijn, dat bij het waarnemen en instellen der bogen of wel het nauwkeurig vinden van de breedte of wel het vinden van den uurhoek moeilijkheden opleverde, als gevolg van

het feit, dat de gunstige omstandigheden voor breedtebepaling ongunstig zijn voor tijdbepaling en omgekeerd.

Zeker tengevolge van de weinige bruikbaarheid van het toestel, vindt men dit — tenminste in zooverre mij bekend — niet meer genoemd in onze nautische literatuur. In het groote Fransche werk:

G. Fournier, Hydrographie, contenant la théorie et la pratique de toutes les parties de la navigation, Parijs 1643.

wordt het om verschillende redenen afgekeurd (blz. 510), waarna de auteur besluit met de woorden: „d'ou je concluds que l'usage de cet Instrument est inutil sur Mer, aussi je ne sçache jamais y en avoir veu aucune practique, bien que quelques Matelots m'en ayent fait voir un dont ils ne sçavoient l'usage".

Hoever men in die dagen door den nood gedwongen wel ging in het vermijden van cijferwerk, leert een ander voorbeeld uit Coignet's boek. Nu betreft het het hoekmeetinstrument, waarmede de topsafstand van de zon op den middag bepaald werd en dat het astrolabium geheeten was. Noemen wij het liever het zee-astrolabium, ter betere onderscheiding van andere instrumenten, met ander doel ontworpen, die ook den naam van astrolabium dragen. Het zee-astrolabium, dat men hierbij afgebeeld vindt, was in Coignet's tijd reeds oud, want bekend is, dat het dienst gedaan heeft op de groote ontdekkingsreizen van Columbus, Bartholomeus Dias, Vasco da Gama, Cabral en anderen. In den ouden vorm bestond het uit een platten metalen ring, van ongeveer 18 cm middellijn, gelijk een wiel van vier spaken voorzien, met een graadverdeeling langs den rand en een kleinen ring aan de bovenzijde, waarbij men het instrument opnemen kon. Deed men zulks, dan kwam het verticaal te hangen. De verticale middellijn werd als nullijn der verdeeling aangenomen. Op een as, in het middelpunt van het instrument en van de verdeeling aangebracht, kon een wijzer draaien, die twee vizieren droeg. Wilde men nu observeeren, dan hing men het zee-astrolabium aan een der vingers van de hand, draaide het in het verticale vlak van de zon, draaide den wijzer tot men door de gaatjes in de vizieren het zonlicht zag en las dan op de graadverdeeling langs den rand den topsafstand van de zon af. In dezen beschreven vorm is het instrument in gebruik gebleven en vindt men het genoemd in de Hollandsche, zoowel als de Fransche en Engelsche boeken over de stuurmanskunst, tot zelfs in de 18de eeuw toe. Evenwel had reeds in de 17de eeuw het astrolabium aan beteekenis ingeboet door het in

gebruik komen van instrumenten, waarmede men de hoogte van hemellichten meten kon ten opzichte van de zichtbare kim. In den loop der 18de eeuw verdrong de octant het toen zeer ouderwetsche astrolabium en ook — hoewel langzaam — die andere instrumenten.

Het bijzondere nu, dat Coignet aan het zee-astrolabium aanbracht was, dat hij allereerst op de achterzijde ervan verdeelingen graveeren liet, waarop men bij den datum behalve de zonslengte ook de zonsdeclinatie vinden kon, zoodat een afzonderlijke declinatietafel ontbeerd kon worden. En verder verbreedde hij den draaibaren wijzer aan de einden en bracht hij aldaar op dezen een graadverdeeling aan concentrisch met die op het instrument. Had men nu zijn hoogtewaarneming gedaan en den wijzer ingesteld, dan wees het nulpunt van de verdeeling op dezen den topsafstand op de randverdeeling aan. Telde men vervolgens langs de wijzerverdeeling zooveel graden af als de declinatie bedroeg, dan las men bij de gevonden plaats dadelijk de breedte van de plaats van waarneming op de randverdeeling af. Zonder zelf de becijfering te moeten maken vond de zeeman de som of het verschil van topsafstand en declinatie op zijn instrument. Dat Coignet den zeeman zelfs een eenvoudige optelling of aftrekking bespaarde, bewijst wel, dat hij de vaardigheid in het cijferen van den stuurman uit zijn tijd niet hoog aansloeg. En had hij hierin ongelijk? Een voorbeeld hoe de zeeman struikelen kon over deze eenvoudige rekenkundige bewerking is als antwoord op die vraag gemakkelijk te geven. In een zeldzaam boekje, waarvan een exemplaar aanwezig is in de Universiteits-Bibliotheek te Leiden:

> Jacob de Lange. Demonomanie of der Mooren Wonderheden zijnde een verhael of Voiagie nae het Moorse Koninckrijck van Guinea Amsterdam 1658

beschrijft de auteur een reis gedaan in 1622 op de kust van Afrika. Daarin komt voor het volgend dispuut met den schipper, Droncken Claesje. „En deselve Schipper van 't vaste landt van daer zeijlende, bracht ons weder in zee, voor de tijdt van veertien dagen, tot dat ick gewaer wierde dat hij de hooghte met de graedt boogh nam, ende in 't aftrecken met de declinatie sagh ick, dat hij qualijck subtraheerde, ende seijde tegens hem, kom laet mij cijfferen op mijn manier, ende dan sullen wij sien wie gelijck heeft ende soecken het landt aen. Want hij wilde subtraheeren ofte aftrecken 3 graden 17 minuten van 8 graden 16 minuten ende subtraheerde ofte trock af, 17 van 16 blijft 1, waer op wij in

woorden quamen, als dat het niet en docht, seggende sullen daer sestien appelen leggen ende nemen der zeventien af en datter noch een blijft, dat is immers onmogelijck! Soo dat ick hem vraeghde of hij altijt soo hadde gedaen? Hij seijde jae, soo is 't geen wonder dat wij langh onderwegen zijn en vier maanden gezeijlt hebben, dat men in veertien daghen ofte drie weken ten hooghsten konde bezeijlen van Capa Verde op de Goudt-kust. Somma, na vier daeghen deden wij lant op ende daer komende vraeghde ick de Swarten waer dat wij waren? Sij seijden bij Angola, soo dat wij omtrent tusschen de 5 a 600 mijlen te verre gezeijlt waren."

Men begrijpt wel, dat men bij menschen aan wie het eenvoudigste cijferwerk niet toevertrouwd was, geen kennis der boldriehoeksmeting mag verwachten. Het was alleen om dit nog eens te doen uitkomen dat over het zee-astrolabium van Coignet gesproken werd en bovenstaand citaat aangehaald.

Gaan wij thans over naar den modernen tijd. Wij bepalen niet meer den tijd aan boord, zooals Coignet deed. Onze plaatsbepaling geschiedt nu ten opzichte van de aardsche projectie, maar evenals vroeger komt zij toch neer op het oplossen van een boldriehoek. Wat den stuurman betreft, behoeft men heden ten dage niet bang te zijn voor een zoodanige geringe kennis, dat hij de gronden van zijn vak niet verstaan zou, noch voor een geringe cijfervaardigheid en evenmin behoeft men dit te vreezen voor den vliegtuigpiloot, die zijn weg op lange trajecten te vinden heeft. Tegemoetkomen op die punten behoeft men hem niet, zooals dit in vroeger eeuwen noodig was. Maar waar nu voor de navigatie in de lucht lager eischen aan de nauwkeurigheid der uitkomsten kunnen gesteld worden, dan in de scheepvaart en in plaats van door wiskundige becijfering, de mechanische oplossing van den boldriehoek wederom ter hulp genomen kan worden, ziet men het nu gebeuren, hoe de instrumentmaker den navigateur in de lucht als iets geheel nieuws een instrument aanbiedt, nagenoeg gelijk aan dat van Coignet, alleen maar wat beter afgewerkt en verdeeld.

Het instrument waar ik hier op doel, vindt men afgebeeld en beschreven in den catalogus der firma Henry Hughes & Son Ltd, Londen, welk boekje tot titel draagt:

Instruments for Aerial Navigation by A. J. Hughes.

Ook nu draagt het instrument een schoonen naam. Het heet nu „Spherotrigonometer" en dient, zooals aldaar gezegd wordt tot "solving mechanically the spherical triangles

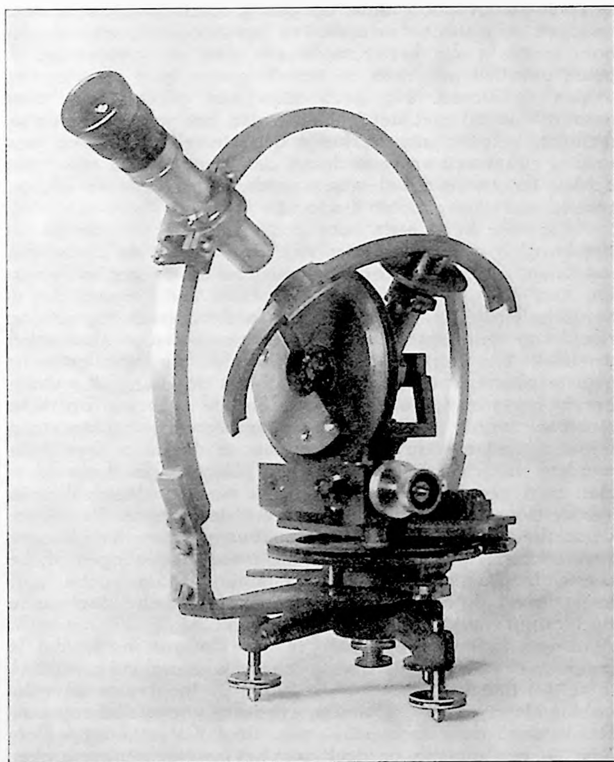
necessary in nautical astronomy. It does this by actual construction in space of the triangle in question." Het bestaat uit twee nauwkeurig verdeelde metalen cirkels, die precies loodrecht op elkander staan en waarbinnen op het gemeenschappelijk middelpunt ringen kunnen bewegen. Op die ringen kunnen bogen gesteld worden. Door vergelijken met de verdeelde cirkels past men op die bogen stukken af gelijk aan het complement der gisbreedte, het complement der declinatie en het lengteverschil tusschen aardsche projectie en de gegiste plaats. Men stelt den boldriehoek samen en meet door vergelijking met den verdeelden cirkel den topsafstand af voor de gegiste plaats. De zaak is nog iets ingewikkelder, want de beweegbare cirkels zijn dubbel, "so as to deal with the problem of the complete fix obtained from simultaneous observations of two stars".

Of het instrument in den vorm waarin het herboren is, succes zal hebben, lijkt mij zeer twijfelachtig. Het feit al, dat men bij de samenstelling van den boldriehoek de bogen, die van gaatjes voorzien zijn, met pennetjes aan elkander steekt, waardoor verwringing moet optreden, levert voor dien twijfel allen grond. Die handelwijze strijdt met de moderne kennis van instrumenten. Het past mij evenwel niet een krachtig oordeel uit te spreken, omdat ik het toestel noch gebruikt, noch in werkelijkheid gezien heb.

Geheel anders moet men denken over een toestel, de „Sphero-Triangulator" geheeten, uitgevonden door Ir. A. G. von Baumhauer, onderdirecteur van den Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart te Amsterdam en door hem aangeboden aan het Vijfde Internationaal Congres voor de Luchtvaart te 's-Gravenhage, 1930. Ook dit toestel doet aan dat van Coignet denken, omdat men er den boldriehoek mede samenstelt. Echter geschiedt dit op zeer geperfectioneerde wijze. Het berust op de meettechniek van den theodoliet. Uit de afbeelding ziet men, dat het zooals dit instrument voorzien is van twee verdeelde cirkelranden, t.w. een horizontalen en een verticalen, beide verdeeld in graden en met behulp van trommelaflezing afleesbaar in minuten. In plaats van dat men — zooals bij den theodoliet — een kijker vindt op de horizontale as (die waaraan de verticale cirkelrand bevestigd is), heeft men hier een staaf (in de figuur steekt deze rechts naar boven), die aan haar uiteinde draaibaar een boog draagt, waarlangs een looper verschuiven kan. Over het toestel ziet men een grooten cirkelboog loopen, waarlangs een afleesmicroscoop verschoven kan worden.

Heeft de navigateur in de lucht zijn hoogtewaarneming

verricht, uit deze de ware hoogte verkregen, de declinatie opgezocht en verbeterd, voorts uit zijn aanwijzing tijdmeter



Sphero-triangulator van Ir. A. G. von Baumhauer.

door becijfering de lengte van de aardsche projectie bepaald, zoodat het lengteverschil tusschen aardsche projectie en gis bekend is — hetgeen bewerkingen zijn, die ten allen tijde verricht moeten worden en voor vereenvoudiging niet vatbaar zijn — dan handelt hij als volgt. Hij schuift den looper op

den draaibaren boog zóó, dat de hoek tusschen de as van bovengenoemde staaf en de nulstreep op den looper gelijk is aan het complement van de verbeterde hoogte. Hij stelt den afleesmicroscoop aldus op den grooten boog, dat de hoek tusschen de optische as ervan en het hoogste punt van den boog gelijk is aan het complement van de gisbreedte. In beide gevallen geschiedt de instelling met hulp van den verticalen cirkelrand. Nu geeft men aan de staaf den stand overeenkomend met de declinatie van het waargenomen hemellicht, hetgeen men verkrijgt door instelling op den verticalen cirkelrand en men draait den horizontalen cirkelrand op het lengteverschil tusschen aardsche projectie en gis, gerekend van den grooten boog af.

De groote boog stelt voor den meridiaan van de gis. In het hoogste punt ervan ziet men de pool, in de optische as van den afleesmicroscoop de verticaal in de gegiste plaats. De top van de staaf geeft de plaats van de ster, dus de aardsche projectie van deze aan. In de punten : top grooten boog, top staaf, optische as kijker, ziet men den parallactischen driehoek met resp. de hoekpunten pool, aardsche projectie, gegiste plaats, voor zich liggen. Men draait nu den draaibaren boog met den looper zóó dat de nulstreep op dezen zichtbaar wordt in het veld van den microscoop. Deze streep is niets anders dan de hoogtelijn in de kaart, terwijl het midden van het veld de gegiste plaats is. In dat veld nu ziet men tegelijk langs den omtrek een graadverdeeling en verder door het midden een lijn met deelstrepen, die hoogteverschillen beduiden van 5 tot 5 minuten. Azimuth en hoogteverschil leest men dadelijk op die twee verdeelingen af, het eerste in graden, het tweede in minuten. Constructie in de kaart levert de hoogtelijn in deze, waarmede het doel zonder becijfering van den boldriehoek bereikt is.

Ir. von Baumhauer deelde in het Congres mede, dat bij goede instrumentale uitvoering een nauwkeurigheid bereikbaar is als bij den theodoliet, welke voor de luchtvaart meer dan voldoende is en waarschijnlijk eveneens voor de scheepvaart. Reeds werd door technici — o.a. Prof Kohlschütter te Potsdam — een gunstig oordeel over het instument uitgesproken. Men moet zich de behandeling ervan eigen maken, maar is men zoover, dan zullen vergissingen bij het instellen niet gemakkelijk voorkomen, omdat men duidelijk den parallactischen driehoek voor zich ziet liggen. Blijkt bij uitvoering van het instrument — het bestaat thans nog alleen maar in proefuitvoering — dat het voldoende nauwkeurig en betrouwbaar is, dan zal het zeker bij de luchtvaart bruikbaar zijn en

misschien zal het dit ook bij de scheepvaart kunnen worden. Gesteld eens, dat dit het geval is, dan zou de stuurman het groote voordeel genieten dat hij niets meer met oplossing van zijn boldriehoek door cijferen te maken heeft en hij alleen een goed begrip van het wezen der plaatsbepaling hebben moet, evenals dit thans een der fundamenten van zijn kennis moet zijn. Heeft hij verder een azimuth noodig voor bepaling der kompasafwijking, dan kan dit instrument het hem geven. Het geheele vraagstuk van grootcirkelvaren met afvaartkoersen en breedte en lengte van de plaatsen waarover men loopt kan men met dit instrument oplossen.

Al voert het misschien wat ver in dit tijdschrift door te gaan op hetzelfde chapiter, toch kan ik niet nalaten te wijzen op een artikel, voorkomende in de United States Naval Institute Proceedings, Juli 1930, vol. 56, No. 329, getiteld:

The Spherant, an Instrument for observing Hour Angle or Latitude directly, by Ensign Howard B. Kaster. U. S. Naval Reserve.

Daar wordt een instrument beschreven ten dienste van luchtvaart en zeevaart, waarop men na instelling onmiddellijk of breedte of uurhoek afleest. In zooverre doet het dadelijk denken aan Coignet's instrument. Maar de overeenkomst is veel grooter nog. Het principe van de Spherant is dat men het instrument oriënteert. Maar richten van het toestel en daardoor zijn onbekenden verkrijgen was ook een hoofdkenmerk van Coignet's halve zeesfeer. Ook hier dus wederom niets nieuws onder de zon. [1])

Teu slotte verwijs ik belangstellenden naar een artikel in het rapport van het 5e Internationaal Congres voor de Luchtvaart, 's Gravenhage 1930, blz. 875, waar een instrument beschreven wordt met behulp waarvan men direct breedte en sterretijd bepaalt zonder eenige berekening uit te voeren. (Systeem W. Wetchinkine en W. Wolochoff).

Keeren wij thans wederom terug naar de navigatie in den aanvang der 17de eeuw. Het hoekmeetinstrument, toen in gebruik, maakte slechts ruwe meting der zonshoogte mogelijk. In het werk van

Adriaan Metius. Astronomische ende Geographische Onderwijsinghe, Amsterdam 1632.

zegt de schrijver, professor in de wiskunde te Franeker (blz. 177): „dat men op een halve graed naulijcx de polus hoogthe kan waermaeken" en dit zegt hij als resultaat van de metingen, verkregen door „6 cloecke en de welbevarene Stuyrluyden", die ruim tien jaren van te voren door de H. M.

[1]) Een uitvoerige uiteenzetting over inrichting en gebruik van dit instrument gaf de heer Luymes in de vorige aflevering van dit tijdschrift.

Heeren Staten met de opdracht uitgezonden waren om een nieuwe methode van plaatsbepaling in de praktijk te beproeven. Bij den stuurman, die slechts aan de gemiddelde eischen voldeed, zal men dat resultaat nog niet eens mogen verwachten. Waar op dit punt de zaken zoo stonden, waar de lengte van de mijl onvoldoende bekend was onder de zeelieden en de bepaling der verheid ruw, waar het kompas een primitief instrument was en de zeekaart als navigatiemiddel nog in haar beginstadium verkeerde, daar spreekt het dat nauwkeurige resultaten door wiskundige becijfering te verkrijgen, niet noodig waren. In die omstandigheden was het geoorloofd den zeeman tegemoet te komen en kon deze ermede volstaan zijn berekeningen uit te voeren met hulp van allerlei toestellen, schalen, enz., met mechanisch cijferen dus, een werkwijze, die gedurende de geheele 17de eeuw en langer nog in gebruik gebleven is. Het is eerst veel later, dat de zeeman mee moest, wat betreft wiskundige ontwikkeling.

Zoo is hem dan geleerd op den bol zelf de boldriehoeken af te passen teneinde de gevraagde elementen te verkrijgen en wel door het boek van:

Robertus Hues Tractaet ofte Handelinge van het gebruijck der Hemelscher ende Aertscher Globe Amsterdam.

Schrijver erkent daarin (uitgave 1623, blz. 79) dat alle problemen „die door 't ghebruijck der Globen bevonden werden, veel beter door de leerlinghe der Triangulen, die plat en rondt" zijn zouden kunnen opgelost worden, zooals de wiskundigen dit zeggen, „maer dese conste (de boldriehoeksmeting dus), behalven dat zij een walginge om de lanckduricheijt inbrenght, versoeckt een groote oeffeninge in de Mathesi, maer de handelinghe van de Globen connen die ghemackelicken, net een seer cort sonder eenighe kennisse bijnaest des Mathoseos ghevonden worden".

Een ander hulpmiddel om boldriehoeken door passing op te lossen en beter dan de halve zeesfeer van Coignet, omdat het voor meer algemeen gebruik geschikt was, is het Astrolabium Catholicum. Dit instrument was aan den Hollandschen zeeman van het laatst der 16de eeuw zeer goed bekend. Barents had het mede op zijn beroemde reis naar Nova-Zembla, toen hij daar overwinterde, het is tot ver in de 17de eeuw in gebruik geweest en het heeft onder het stuurmansgereedschap een gewone plaats ingenomen.

In tegenstelling met Coignet's instrument, waarmede de boldriehoeken in ware gedachte ontstonden, past men bij het astrolabium catholicum in het platte vlak, en wel in een stereografische projectie van bogen aan de sfeer, afgebeeld op

een platte, meestal koperen schijf. Bij kleine exemplaren van dit instrument bedroeg de middellijn 10 c.M. of minder, bij groote wel 50 c.M. en soms zelfs meer. Al naar gelang men zich het centrum van projectie dacht te liggen in den equator of in den horizon kon men zien in de cirkelbogen op het instrument de projectie van het stelsel equator met parallel- en declinatiecirkels of wel het stelsel van horizon met cirkels van gelijke hoogte en verticaalcirkels. De afbeelding van den equator (of in het tweede geval van den horizon) werd een rechte lijn, alle andere cirkels gingen over als cirkelbogen, terwijl de declinatiecirkels bijeenkwamen in de beide polen of, wat hetzelfde is, de verticaalcirkels in top- en voetpunt. Afhankelijk van de grootte van het instrument waren genoemde bogen om de 3, of 2 of 1 graad geteekend. Op een asje in het middelpunt van het astrolabium kon een wijzer draaien, een rechte liniaal, even lang als de diameter van het instrument. Deze wijzer droeg een zeer eigenaardig onderdeel, karakteristiek voor het geheele instrument en dank zij hetwelk dit op afbeedingen steeds onmiddellijk opvalt. Dit onderdeel is een blokje, dat langs den wijzer verschuiven kan en dat als verlengstuk een soort passerpunt draagt, die uit drie geledingen bestaat.

Over het gebruik van het astrolabium catholicum heb ik reeds geschreven in „de Zee" van 1916, blz. 180. Daarom volge hier nu slechts een korte uiteenzetting van de manipulatie. Gesteld: men weet de breedte, waarop men zich bevindt en men kent van een ster declinatie en uurhoek, terwijl gevraagd wordt haar hoogte en azimuth te bepalen. Om te beginnen beschouwt men het net als de afbeelding van equator met parallel- en declinatiecirkels, waarbij de omtrek ervan den meridiaan van den waarnemer aangeeft. Door langs den equator bij den omtrek — dus bij den meridiaan — beginnende, het bekende aantal graden van den uurhoek af te tellen, vond men den declinatiecirkel, waarop de ster staat en door het aftellen langs dezen van het aantal graden der declinatie de plaats van de ster in het net. De draaibare wijzer werd nu langs den equator gelegd en het blokje vervolgens langs dezen zóó geschoven en de passerpunt aldus gebogen, dat het uiteinde van de laatste kwam te liggen op de in de projectie gevonden stersplaats. Waar het blokje op de liniaal stond en hoe de punt gebogen was kwam er niet op aan. Het ging er om, dat het einde van de passerpunt lag ten opzichte van de liniaal als de stersplaats ten opzichte van den equator. Dat einde hield dus vast de ligging van de ster in

de projectie, deze beschouwd als projectie van den equator met zijn cirkels.

Ter oplossing van het vraagstuk draaide men de liniaal zooveel graden als het complement van de breedte bedroeg en men beschouwde nu het net als projectie van den horizon met zijn bijbehoorende cirkels. De passerpunt gaf de plaats van de ster aan. Nu ging men van de passerpunt langs den cirkel van gelijke hoogte, dien zij aanwees, naar den rand, waar men de hoogte aflas. En men ging van de punt langs den verticaalcirkel door haar aangewezen naar den horizon op welken men het azimuth aflas.

Iederen boldriehoek kon men met dit instrument oplossen. Al was destijds de plaatsbepaling weinig omvattend omdat een methode van lengtebepaling ontbrak en de breedte slechts door waarneming in den meridiaan bepaald werd, boldriehoeken had de zeeman toch wel op te lossen. Zoo kende hij het vraagstuk van den afstand tusschen twee bekende plaatsen te bepalen, hij moest voor de zon het punt van ondergang en opkomst in den horizon kunnen bepalen ten behoeve van de bepaling der miswijzing van het kompas en den tijd van opkomst en ondergang voor de tijdbepaling aan boord, enz. Op instrumenten van behoorlijke grootte kon zeker een voldoende graad van nauwkeurigheid in de passing verkregen worden. Wiskundige kennis was dus geen vereischte, wel een goed inzicht in de sfeer en al haar bogen, wilde de zeeman tenminste niet geheel machinaal met zijn astrolabium catholicum werken. Zoo gemakkelijk was dit inzicht door het instrument niet te verkrijgen, omdat men de sfeer en den boldriehoek, waarom het ging, niet voor zich zag liggen. Het instrument kon in dat opzicht verbeterd worden en zulks is geschied. Men vindt het in den nieuwen vorm beschreven in:

Joost van Breen. Stiermans Gemack, ofte een korte Beschrijvinge vande Konst der Stierlieden. 's Gravenhage 1662.

Breen zegt (blz. 168), dat het werken met de gelede passerpunt „veel futselingh en duijsterheijdt onderworpen is" en daarom liet hij den draaibaren wijzer met die punt vervallen. Op het middelpunt van de plaat, waarop de gewone projectie van de sfeer geteekend stond, liet hij draaien een doorzichtige hoornen schijf met geheel dezelfde projectie er op. In eerstgenoemde moest men nu zien de projectie van equator met zijn bijbehoorende cirkels, in de tweede die van den horizon met de zijnen. Stelde men nu de beide schijven in voor de breedte, m.a.w. maakte men den hoek tusschen equator en horizon gelijk aan het complement van de breedte,

en nam men een willekeurig punt aan als plaats van een ster, dan zag men nu den parallaktischen driehoek top—pool —ster voor zich liggen en kon men alle elementen aflezen.

Maken wij weder den sprong naar onze eeuw. In het jaar 1910 werd bij Dietrich Reimer in Berlijn uitgegeven de

Messkarte zur Auflösung Sphärischer Dreiecke nach Chauvenet, neu herausgegeben von Dr. E. Kohlschütter.

Deze Messkarte is niets anders dan van Breen's verbeterd astrolabium catholicum en bestaat uit een karton, waarop gedrukt is de stereografische projectie van den equator met zijn cirkels 20 c.M. in diameter en concentrisch op deze draaibaar een doorzichtige schijf met geheel gelijke projectie. Alle cirkels zijn om de 2 graden geteekend. De beschrijving zegt, dat het instrument dient tot grafisch oplossen van boldriehoeken, voorkomende in vraagstukken als bepaling van het azimuth, van den naam van een onbekende ster, bij grootcirkelzeilen en ook bij de „Ortsbestimmung im Luftballon". Tot op een halven graad nauwkeurig is aflezing der elementen mogelijk.

Zoo is het aantal voorbeelden uit te breiden. Bij de koers- en verheidsrekening werden in de 17e eeuw allerlei schalen en hulpmiddelen gebruikt (zie voor de beschrijving daarvan mijn opstel: De Pleinschaal, „de Zee" 1927, blz. 441 e.v.), waarvan één de Gunterschaal was, geheeten naar den uitvinder ervan, Edmund Gunter, professor in de sterrenkunde te Londen. Het bestond uit een latje, waarop eenige schaalverdeelingen stonden, die het mogelijk maakten, ver.breedte en afwijking uit koers en verheid door passing met den passer te vinden. Dit hulpmiddel was dus een rekenliniaal voor nautische doeleinden. De rekenliniaal is in de 17de eeuw verbeterd tot den vorm waarin wij haar thans kennen, n.l. bestaande uit een latje met verdeeling schuivende in een liniaal met verdeelingen. In dezen vorm kan men thans een nautische rekenliniaal koopen met behulp waarvan men de koers- en verheidsrekening en enkele andere bewerkingen kan verrichten. (Dennert & Pape, Altona bei Hamburg, Neuer Nautischer Rechenstab von Dr. Maurer).

Er bestaat ook een rekenliniaal van Hollandsch fabrikaat (systeem Mathijssen, No. 540, van de Eerste Nederlandsche Fabriek van speciale rekenlinialen te Hengelo, O.), die nieuwer is en waarmede een zeer veel grooter aantal zeevaartkundige berekeningen kan uitgevoerd worden. Die berekeningen zijn vermenigvuldigen en deelen, de diverse vraagstukken der koers- en verheidsrekening, afstandsbebepaling bij peiling met doorzeiling, afstandsbepaling door

hoogtemeting boven de waterlijn, correctie op radiopeiling, interpolatie in den zeevaartkundigen almanak, berekening van het azimuth en het geheele vraagstuk van grootcirkelvaren. De eens zoo eenvoudige Gunterschaal, of, zooals de Hollandsche zeelieden haar noemden, de meetschaal, ziet men hier dus uitgegroeid tot een nuttig hulpmiddel bij de moderne navigatie.

Een ander hulpmiddel ten behoeve der koers- en verheidsrekening, dat aan de hand gedaan werd om het werken met vergrootende breedte te vergemakkelijken en het werken met een vergrootende-breedte tafel en met logarithmen te omzeilen, was het „Compas-caertjen", beschreven bij:

Abraham de Graaf. De seven Boecken van de Groote Zeevaert Amsterdam 1658.

en ook bij:

Dirck Rembrantsz. van Nierop. Bij-Voeghsel op 't Onderwijs der Zeevaart. Amsterdam 1669.

Het was een kaartnet met meridianen en parallellen en verdeelden cirkelomtrek, waarin men zijn verzeilingen teekenen kon en waarbij aangegeven stond — en dit was hoofdzaak — een lijn ingedeeld volgens de gelijke lengtegraden en een tweede, die een doorloopende verdeeling had volgens de vergrootende-breedte-schaal, loopende van den equator tot ruim 85 graden. Omdat bij een lengte van een lengtegraad van 27 mm de laatste verdeeling zeer lang zou worden, is die onderverdeeld in 9 stukken.

Geen stuurman past nu zijn verzeilingen meer af in een afzonderlijk net. Hij doet dit of in de zeekaart zelf of wel hij berekent zijn gegiste plaats met zijn zeevaartkundige tafels. Maar dezelfde schaal der vergrootende breedte is ten behoeve van het astronomisch bestek weder tot ons gekomen in de

Bestekschaal, grafiek ten dienste der zeevaartkundige plaatsbepaling door Hoogtelijnen, ontworpen door S. S. Smeding 1922.

De lijn met verdeeling volgens equatorminuten en een doorloopende verdeeling van den meridiaan volgens de vergrootende-breedte treft men daarin aan, alleen op grooter schaal dan bij Abraham de Graaf. Voor het teekenen der hoogtelijnen en het nauwkeurig afpassen van het astronomisch bestek is die grootere schaal ook noodzakelijk.

Nemen wij thans een voorbeeld uit de 2de helft der 18de eeuw, toen de zeevaartkundige wetenschap een enormen voortgang gemaakt had, dank zij vooruitgang in wetenschap en techniek en wel door in gebruik komen van den octant, van den tijdmeter, van Douwes' breedtemethode en door de

groote verbetering in de astronomische tafels, waardoor de methode van lengtebepaling door middel van maansafstanden van een theoretische kwestie een praktisch bruikbaar middel van plaatsbepaling op zee worden kon. Ons voorbeeld voert ons naar het buitenland, waartegen geen bezwaar is, omdat de zeevaart aan geleerden van andere landen — Douwes uitgezonderd — haar vooruitgang dankt. Het voorbeeld is ontleend aan den grooten Franschen astronoom Joseph Jérome le François de Lalande (1732—1807), die zich dank zij zijn sterrenkundige waarnemingen en zijn vele geschriften grooten naam verworven heeft.

De zoo juist genoemde methode van maansafstanden stelde aan hem, die haar toepaste, hooge eischen wat betreft wiskundige kennis en cijfervaardigheid, tengevolge waarvan zij aan geleerden en onderzoekers een gelegenheid bood ten behoeve van den zeeman vereenvoudigde rekenwijzen in haar onderdeelen uit te denken. In allerlei richting heeft men gezocht en met succes, al moet tusschen haakjes opgemerkt, dat, hoeveel nut de methode ook afgeworpen heeft, zij toch tengevolge van haar ingewikkeldheid en van de moeilijkheid der waarneming, nooit populair geworden is. Een der bewerkingen, welke men te verrichten had bij de toepassing der methode, was het bepalen van den tijd aan boord, dus van den uurhoek van de zon of van een ster, door berekening uit den parallactischen driehoek, waarvan men de drie zijden kent. Lalande noemt in een dadelijk van hem aan te halen werk deze berekening lang en moeilijk voor degenen, die niet zeer geoefend zijn in astronomische becijfering (cette opération paroît longue et difficile à tous ceux qui ne sont pas très exercés au calcul astronomique et lors même qu'on emploie le calcul, il est très utile, pour éviter les fautes, d'avoir une vérification par des Tables). Ter vermijding dier berekening van den uurhoek wenschte Lalande een uurhoektafel samen te stellen, die, nadat hij vergeefs gehoopt had, dat geleerden die zouden vervaardigen, door zijn nicht Madame le François becijferd werd. Met eerbied zegt hij van haar „j'ai vu avec plaisir que sa jeunesse et son sexe n'ont point été un obstacle à l'exécution d'une longue et pénible entreprise". Zijn uurhoektafels of Tables horaires vormen het zwaartepunt en werden aanleiding tot het uitgeven van een boek, getiteld:

Jérome Lalande Abregé de Navigation, historique, théorique et pratique. Paris 1793.

onder welken naam men niet dadelijk verwachten zou een nautisch tafelwerk aan te treffen. In deze tafel, welke juist 300 bladzijden beslaat — en die ons heden niet minder met

eerbied vervult voor de vrouw, die het enorme cijferwerk verrichtte — vindt men den uurhoek bij bekende breedte, hoogte en declinatie. Telkens geldt een zeker aantal opeenvolgende bladzijden voor één breedte. Op iedere bladzijde vindt men kolommen, waarboven de hoogte genoteerd staat, terwijl men op de regels den gewenschten uurhoek vindt, genoteerd naast de declinatie, die loopt van 24° Noord tot 24° Zuid. De breedte loopt van den equator tot 60° en klimt van 0°—40° met 2 graden, daarboven met één. De hoogte loopt van 2°—48° op lage breedte en tot 30° op hooge. Voor kleine hoogten is het interval 2°, voor groote 1 graad. Verder staan in drie kolommen naast iederen uurhoek drie getallen, die het verschil in den uurhoek aangeven, resp. voor 1° verschil in declinatie, voor 2° (of 1°) verschil in hoogte en voor 2° (of 1°) verschil in breedte. Had men nu bij de op geheele graden afgeronde breedte, declinatie en hoogte den uurhoek opgezocht, dan moesten drie interpolaties toegepast worden. Om dit interpoleeren te vergemakkelijken en het cijferwerk daarbij te reduceeren, had het boek aan het einde een afzonderlijk tafeltje van 4 bladzijden voor dit doel, dat tot titel draagt: Table des Logarithmes Logistiques.

Geheel eenzelfde tafel is den zeeman een kort aantal jaren geleden aangeboden door de Hydrographic Office attached to the Bureau of Navigation in the Navy Department te Washington U.S.A.

Uitgave H. O No 203. The Sumner Line of Position, furnished ready to lay down upon the Chart by means of tables of simultaneous Hour Angle and Azimuth of Celestial Bodies. Latitude 60° N. to 60° S. Declination 27° N. to 27° S. Washington 1923.

Uitgave H. O. No. 204. The Sumner Line of Position, furnished ready to lay down upon the Chart by means of Tables of simultaneous Hour Angle and Azimuth of the Navigator's Stars between 27° and 63° of Declination. Latitude 60° N. to 60° S. Washington 1925.

Zooals de titel zegt, geven de beide tafels hoogte en azimuth bij bekende breedte, declinatie en hoogte, van 60° N.br. tot 60° Z.br. en voor declinaties van 63° N. tot 63° Z. De drie argumenten klimmen van graad tot graad, de hoogte met halve graden voor groote hoogten. Men kan uurhoek en azimuth opzoeken zoowel voor breedte als declinatie gelijknamig als ongelijknamig. Voor declinaties waarop geen „Navigator's Stars" staan zijn de kolommen blanco en de berekeningen niet gemaakt. Wie een hoogte van de zon of van een ster gemeten heeft, bepaalt de aardsche projectie van het hemellicht en zoekt uurhoek en azimuth op voor zijn gisbreedte, declinatie en hoogte alle drie afgerond tot den naasten

vollen graad. De gevonden waarden van uurhoek en azimuth worden door interpolatie gecorrigeerd voor de juiste waarde der declinatie, waartoe zoowel bij den uurhoek als bij het azimuth in de tafel zijn opgegeven de verandering in beide voor 1′ verandering in declinatie. Nu weet men dus het lengteverschil tusschen het gevonden lengtepunt en de aardsche projectie en daarmede de lengte van het eerste, waarop men in de kaart de hoogtelijn in het lengtepunt teekenen kan. Aan deze lijn trekt men een tweede hoogtelijn evenwijdig op zulk een afstand als de ware hoogte van het waargenomen hemellicht verschilt met het aantal graden hoogte waarvoor men in de tafel opgezocht heeft. Daarmede is de hoogtelijn, waarop men staat, in de kaart geteekend, niet door de gisbreedte, maar door de parallel van den naastbijgelegen vollen graad. Berekening van den boldriehoek maakt deze tafel dus overbodig. De kans op vergissingen wordt daardoor veel kleiner en tijd wordt bespaard.

De twee uitgaven, Nos. 203 en 204, bevatten behalve de groote uurhoek- en azimuthtafels en eenige bladzijden tekst, waarin een beschrijving van en een aanwijzing over het gebruik der tafels gegeven wordt, nog een viertal kleine tafels, die slechts enkele bladzijden beslaan. Het zijn: 1, een tafel met hoogtecorrecties teneinde uit de gemeten hoogte de ware hoogte van de zon of van een ster te vinden, 2, dito voor de maan, 3, een tabel, gevende het verschil in azimuth, of wat hetzelfde is, de verandering in de richting van de hoogtelijn, tengevolge van de verschuiving, die men toepast voor het verschil tusschen de ware hoogte van het hemellicht en de hoogte in volle graden afgerond, waarvoor men zocht in de tafel. De vierde tafel is tenslotte een herleidingstafel voor hoekmaat in tijdmaat. Als merkwaardigheid kan hier medegedeeld worden, dat de argumenten van de tafel onder 3 genoemd in de uitgaven Nos. 203 en 204 niet dezelfde zijn en dat zij in eerstgenoemde foutief zijn. Het was een Amsterdamsche leeraar in de zeevaartkunde, die op die fout opmerkzaam maakte, hetgeen voerde tot herstel ervan in uitgave No. 204, waar men naar behooren als argumenten voor die verandering vindt azimuth en breedte. Ook voerde diens opmerkingen tot verbeterde beschouwing over de kwestie van de afwijking van de hoogtelijn uit de hoogtekromme. Van het feit, dat die verbeteringen van Hollandsche zijde kwamen, wordt in uitgave No. 204 geen melding gemaakt.

Wederom doen wij een stap terug in de historie der stuurmanskunst.

Over de kennis der boldriehoeksmeting te vinden bij een

„gemeen Stuurman", schreef Douwes in de voorrede van zijn beroemde „Zeemans-Tafelen", dat „van de honderd naauwlijks één het Klootsche Werk verstaat". Douwes schreef deze woorden neer in het jaar 1760 of daaromtrent. Verwacht men nu in verband met de groote en belangrijke uitbreiding, die de zeevaartkundige wetenschap onderging in de 2de helft der 18de eeuw en de veel grooter nauwkeurigheid sindsdien bereikbaar in de plaatsbepaling, ook vooruitgang in de wiskundige kennis van den stuurman, dan wordt men in die verwachting teleurgesteld. Men zou toch vermoeden, dat de ruwe mechanische rekenwijzen, waarmede eens de zeeman tegemoetgekomen werd, omdat het toen mocht, nu afgedaan zouden hebben en dat — nu wiskundige berekening voor die hulpmiddelen in de plaats moest komen — de zeeman aan hooger eischen op wiskundig terrein voldaan zou hebben. Er was ook wel vooruitgang, maar hij was verre van algemeen en verre van voldoende. De klachten over achterstand zijn veel en luid in het einde der 18de eeuw in onze nautische literatuur. Zelfs nog in 1840 klaagt

Prof. P. O. C. Vorsselman de Heer. Gronden der Zeevaartkunde. Deventer 1840.

in het voorbericht van zijn boek op de volgende wijze. Hij schrijft van de „Oostindievaarders van den ouden stempel", die zoo hij hoopt weldra „tot de rij der uitgestorvenene geslachten behooren" zullen, dat zij „ter naauwernood de hoofdregelen der rekenkunde verstaan en in hunne jeugd op de klippen der decimale breuken gestrand zijn". Volgens oude sleur werd hun de zeevaartkunde met behulp van de z.g. „stokregels" geleerd, waarbij ze vele en lange regels uit het hoofd hadden te leeren, die aangaven hoe de nautische bewerkingen uitgevoerd moesten worden, met bijzondere regels voor alle bijzondere gevallen daarbij begrepen. Zij cijferden zonder te weten wat zij deden. Wat bleef er — vragen wij nu — van zulk een kennis over, wanneer één regel ontsnapte uit het geheugen?

Als een kaartenhuis stortte die kennis ineen.

Door middel van die stokregels wordt het vak nog onderwezen in het belangrijke en uit twee deelen bestaande werk:

J. C. Pilaar, Handleiding tot de beschouwende en werkdadige Stuurmanskunst. Leiden 1831.

De bedoeling van den schrijver om door middel van het bijbrengen van mechanische kennis zijn lezers die onderdeelen van de stuurmanskunst te leeren, welke lagen boven het niveau van hun ontwikkeling, was natuurlijk goed. Maar het systeem deugde toch niet meer en het werd meer dan tijd

het te verlaten. Evenwel treft men de erkenning dier noodzakelijkheid in het boek aan. Het begint toch met een inleiding van meer dan honderd bladzijden over rekenkundige bewerkingen, algebra, meetkunde, logarithmen, vlakke en boldriehoeksmeting, enz. Ook worden de formules, die te pas komen bij de zeevaartkundige berekeningen, afgeleid, waarbij de schrijver veelvuldig gebruik maakt van de differentiaalrekening. Die wiskundige afleidingen en bewijzen geeft hij ten behoeve der meer ontwikkelden in noten onder aan de bladzijden. Zoo ziet men dat de regels, die uit het hoofd geleerd moesten worden, hoofdzaak waren en de formules, waaruit de wiskundig ontwikkelde de regels slechts voor het aflezen had, bijzaak, die men wel overslaan kon.

Gelukkig is nu de tijd anders geworden. Dat de zeeman een wiskundige vooropleiding krijgt, kan hij een zegen noemen. In plaats van honderden regels uit het hoofd te moeten leeren, die tenslotte een doolhof worden, heeft hij nu een inzicht in zijn vak. De taal van het wiskundig teekenschrift te verstaan en de grondslagen van zijn vak te kennen, bevorderen de economie van zijn denken. Daarenboven stelt die wiskundige vooropleiding hem in staat om na beëindiging zijner leerjaren nieuw gevonden methoden, nieuwe toestellen, enz. te begrijpen en te beoordeelen. Hij kan dus op de hoogte blijven van de vorderingen, die zijn vak meemaakt, terwijl de stuurman van vroeger meestentijds slechts achteruit kon gaan in zijn theoretische kennis. Sneller dan vroeger het geval was, zal nu een nieuwe methode ingang vinden en de wetenschappelijke stuurmanskunst zich ontwikkelen.

Den zeeman van nu behoeft men niet tegemoet te komen door hem slechts mechanische kennis te verstrekken en men behoeft hem geen mechanische hulpmiddelen te geven tot verkrijgen van uitkomsten, die hij noodig heeft bij zijn navigatie, maar die hij door becijfering niet zou kunnen verkrijgen. Zijn becijferingen begrijpt hij nu. Maar wel mag en moet men hem mechanische hulpmiddelen geven — wanneer tenminste de uitkomsten ermede te verkrijgen voldoende nauwkeurig zijn — als tijd daardoor bespaard wordt en kans op vergissingen voorkomen.

Reeds allerlei van die hulpmiddelen zijn er bedacht, vooral in verband met de behoeften der luchtnavigatie, welke jonge tak van wetenschap zoo stimuleerend op de oude „konst der stuurlieden" heeft gewerkt. Noemen wij slechts enkele van die hulpmiddelen.

In den reeds door mij genoemden catalogus van Henry Hughes & Son, Ltd., Londen, getiteld:

A. J. Hughes, Instruments for Aerial Navigation.
vindt men een rekenschuif afgebeeld en beschreven, genaamd de „Bygrave Position Line Slide Rule". Het instrument, dat in totaal 9 inch hoog is, bestaat uit twee cylinders of kokers — de een binnen den ander — die onafhankelijk van elkander kunnen draaien en ten opzichte van elkander verschoven kunnen worden. De cylinders dragen verdeelingen, o.a. de binnenste een log.tg. verdeeling van 24 voet lengte, die op den kleinen cylinder kan afgebeeld worden, omdat zij spiraalvormig om dezen gewonden is. Volgt men de gebruiksaanwijzing, te vinden op den buitensten cylinder, dan vindt men door instelling van de verdeelingen azimuth en hoogte voor de gegiste plaats. Men volgt n.l. de hoogtepuntmethode, wanneer men zich van het toestel bedient. En zooals de catalogus zegt: „after a little practice the calculation can be performed in about two minutes and the result should be accurate to one minute of arc with careful use". Die graad van nauwkeurigheid schijnt wel geflatteerd. Immers, iemand die deze Slide rule gebruikte, n.l. de bekende kapiteinvlieger van Weerden Poelman te Soesterberg, schreef mij, dat de resultaten ermede te bereiken „vrij nauwkeurig (zijn), althans voor den luchtvaarder, die niet met banken en klippen te maken heeft". „Wat de benoodigde tijd betreft — schreef hij verder — waren mijn resultaten, dat ik voor een enkelvoudige waarneming, berekening en uitzetten op de kaart ± 9 minuten noodig had, ook in de lucht". Bedenkende, dat men in een vliegmachine heel wat minder gemakkelijk waarneemt en zeker heel wat minder comfortabel cijfert dan op de brug en in de kaartenkamer van een stoomschip, is die tijd goed te noemen en zal gebruik van de sliderule te verkiezen zijn boven het uitvoeren van een logarithmische becijfering. Voor een vliegmachine, wel te verstaan, want voor gebruik op een schip is de nauwkeurigheid te gering, althans in de nabijheid van land. Ieder zeeman zal dan zijn logarithmische becijfering prefereeren boven gebruik van deze slide-rule, ondanks het feit dat hij voor berekening meer tijd zal behoeven.

Maar anders zal men oordeelen, wanneer men kennis maakt met een rekenmachine, die reeds beschreven werd in het Marineblad, jaargang 1928 (blz. 322) en daarvóór in het Februari-nummer van dat jaar van La Revue Maritime, alwaar de redactie een korte verhandeling gaf over dat toestel met een zeer waardeerend oordeel daarbij. Andermaal werd deze machine, ontworpen door den Capitaine de Vaisseau N. le Sort en vervaardigd door de Ateliers J. Carpentier te

Parijs, kort verklaard in The Hydrographic Review (published by the International Hydrographic Bureau, Monaco) van November 1930.

Werkende met deze machine volgt men de hoogtepuntmethode. Men berekent ermede de hoogte in de gegiste plaats, met de bekende formule:

sin h. = sin b. sin d. + cos b. cos. d. cos. P.

In de topplaat van het kastje om het toestel vindt men een achttal venstertjes, waarachter men banden ziet liggen, waarop verdeelingen staan en daarenboven twee venstertjes, waarachter een getal van vier cijfers verschijnen kan. Alle venstertjes boven de banden hebben in het midden een nulstreep. Door draaien aan knoppen kan men van die banden er vijf op- en nederschuiven en naar willekeur een deelstreep er op doen samenvallen met de nulstreep op het venstertje. De zesde band volgt automatisch de bewegingen van de eerste twee en de zevende die van de overige drie van genoemde vijf banden. Ook kan men door draaien aan knoppen de getallen instellen. Daarbij volgt de achtste band automatisch.

Heeft men nu een hoogte waargenomen en die tot ware hoogte verbeterd met behulp van een tabel, gevende de hoogtecorrectie en aangebracht in de binnenzijde van het deksel en voorts door gewone becijfering het lengteverschil bepaald tusschen de gegiste plaats en de aardsche projectie van het waargenomen hemellicht, dan draait men in het eerste en tweede venstertje resp. gisbreedte en declinatie voor. Op den band, die meebewoog bij het instellen van genoemde twee, vindt men nu bij de nulstreep op het venstertje een getal, dat aangeeft het product van sin b. en sin d. Noemen wij dit getal a. In de volgende drie venstertjes stelt men voorts gisbreedte, declinatie en uurhoek in en vindt in het zevende het getal dat het product is van cos. b., cos. d. en cos P. Noemen wij dat getal b. Door draaien aan knoppen draait men vervolgens in de getallenvenstertjes de getallen a en b voor. Daarbij bewoog de achtste band. Heeft men de instelling verricht, dan geeft die band bij de nulstreep op het venstertje de berekende hoogte in de gis. Aan het instrument is verbonden een rekenliniaal, met behulp waarvan men het azimuth tot op één graad nauwkeurig kan aflezen. De rest der bewerking is natuurlijk net alsof men door becijfering zijn uitkomsten verkregen had.

De machine houdt automatisch rekening met de gevallen breedte en declinatie gelijknamig en ongelijknamig en met uurhoek kleiner of grooter dan zes uur. Zij geeft de hoogte

binnen 0.3 boogminuut nauwkeurig. Haar afmetingen zijn 50 × 50 × 20 c.M., gewicht 41 K.G. Ten behoeve van de luchtvaart wordt een dergelijke maar kleinere machine vervaardigd; afmetingen 35 × 13½ × 20 c.M., gewicht 7 Kg.

De banden, waarover gesproken werd, zijn cinematografische films, waarop de verdeelingen gefotografeerd zijn. De verdeelingen op den eersten en den tweeden band zijn een log. sinus-verdeeling, op den band, die meeloopt met deze twee, staat een verdeeling in de logarithmen der natuurlijke getallen. Dan volgen drie banden met een log. cosinus-verdeeling en de band, die met deze drie meeloopt, heeft weder een verdeeling in de logarithmen der natuurlijke getallen. De achtste band draagt een verdeeling voor den natuurlijken sinus. De groote nauwkeurigheid te bereiken met deze rekenmachine is te danken aan de groote lengte der verdeelingen. In de groote machine hebben de filmen een lengte van 50 tot 100 meter, in de kleine van 4 tot 25 meter. Die kleine machine voor de luchtvaart geeft de hoogte binnen 3 boogminuten nauwkeurig.

Een ander hulpmiddel om de hoogte in de gis en het azimuth te bepalen, minder groot, minder zwaar en minder kostbaar dan de zoo juist beschreven rekenmachine, is de rekenliniaal voor astronomisch bestek, systeem Matthijssen (No. 546/7), van de Eerste Nederlandsche Fabriek van Speciale Rekenlinialen te Hengelo (O.). Dit toestel bestaat uit twee deelen, t. w. een azimuthliniaal, ingericht voor de formule: sin T = sin P. cos d. sec h.
en de hoogteliniaal volgens de Douwesformule, geschreven voor de berekening der hoogte:

sin h. = cos (b — d) — cos b. cos d. sinv. P.

Eenvoudig door verschuiven en instellen der linialen voor den bekenden uurhoek, declinatie en hoogte, vindt men het azimuth. Ter bepaling van de berekende hoogte in de gis gaat men als volgt te werk. Men bepaalt door aftrekking b — d of wel b + d, voor breedte en declinatie ongelijknamig. Op de liniaal vindt men den cosinus van dien hoek en men noteert dit getal. Door instelling van de linialen voor breedte, declinatie en uurhoek vindt men het getal dat het product is van cos. b. cos. d. sinv. P. Men noteert ook dit getal en trekt het van het eerst gevondene af. Op de liniaal vindt men bij dit verschil de gevraagde hoogte. De totale manipulatie kan geschieden in minder dan één minuut tijd, terwijl bij nauwkeurig instellen en aflezen de hoogte binnen 1 boogminuut nauwkeurig bepaald kan worden. Een zeer aanzienlijke besparing in tijd zonder noemenswaardig offer in

de nauwkeurigheid wordt hier dus verkregen boven logarithmische becijfering der hoogte en opzoeken in de A.B.C.-tafel van het azimuth.

Naast deze mechanische hulpmiddelen, die becijfering geheel overbodig maken, zijn vele tafels bedacht en berekend, die de logarithmische becijfering van elementen van den parallactischen driehoek vervangen door een eenvoudiger bewerking. Van dergelijke tafels zijn tenminste bij name aan onze zeelieden bekend die van Souillagouet en die van Commander Radler de Aquino, Brazilian Navy. Maar populair zijn deze en dergelijke tafels hier te lande niet geworden, vermoedelijk omdat men zich de theorie waarop zij berusten eigen moet maken en men de vele regels, gebonden aan de bijzondere gevallen, die zich voordoen, onthouden moet. Men acht de bekorting maar gering en ten slotte vindt de zeeman de bewerking minder betrouwbaar dan logarithmische becijfering, omdat hij bij de eerste niet en bij de tweede wel meent te zien wat hij doet. Dit laatste argument houdt echter geen steek. De zeeman beweert bij logarithmische becijfering te kunnen zien wat hij doet, omdat hij dermate gewend is aan werken met logarithmen, dat hij niet eens meer weet geheel machinaal te werk te gaan. Weet hij hoe men aan zulk een getal komt?

Evenwel onderscheidt zich als een bijzonder gemakkelijke tafel die van

J. Y. Dreisonstock, U S. Navy. Navigation Tables for Mariners and Aviators. 2nd ed. 1930.
Hydrographic Office, Washington, Uitgave No. 208.

Deze tafel werd door den heer Van Roon besproken en beoordeeld in „de Zee" 1931, blz. 361 (Juni-aflevering). De rekenkundige bewerking in betrekking tot het oplossen van den boldriehoek blijft beperkt tot het uitvoeren van vier optellingen telkens van twee getallen. Dat is alles wat men te doen heeft in deze, afgezien van opzoeken en terugzoeken in de tafel. In zijn stuk wees de heer Van Roon er o.m. op, dat men groote hoogten vermijden moet. Soms toch maakt men gebruik van zeer lange hoogtelijnen en dan kan in de nabijheid der ware plaats de aansluiting hoogtelijn-hoogteparallel niet meer voldoende zijn. Maar al heeft het systeem haar zwakke punten en al heeft men — met deze tafel werkende — een zeer kleine en eenvoudige rekenkundige becijfering nog te verrichten, die een machine automatisch zou kunnen uitvoeren, dank zij haar geringen omvang (87 bladzijden, inclusief alle overige nautische tabellen), haar goedkoopte ($ 0.75) en bovenal dank zij de handigheid der

methode, is zij zeker de aandacht van den navigateur te water en in de lucht in de hoogste mate waard. Zelf bedien ik mij van Dreisonstock's tafel, die ik van een vriend uit Amerika ten geschenke kreeg, reeds gedurende meer dan een jaar met succes.

Sinds het verschijnen van het artikel van den heer Van Roon werd in het October-nummer van dit tijdschrift (blz. 602) de beschrijving gegeven van nog eenvoudiger „Tafels voor Hoogtepunt-berekening" door den heer J. van der Zalm Jr. Tusschen haakjes zij opgemerkt, dat men hier herinnerd wordt aan de „Hoogtetafel van Dr. B. Soeken", zie „de Zee" 1915, blz. 4.

Met het bovenstaande hoop ik duidelijk naar voren gebracht te hebben hoe het streven tot aanbrengen van vereenvoudiging in de navigatie loopt door de geheele geschiedenis der stuurmanskunst van haar aanvang als theoretisch vak tot den dag van heden. De lijn is ten allen tijde duidelijk zichtbaar. Verder redeneerend in die lijn stuit ik nu op een vraag, die ik als amateur-zeevaartkundige slechts met eenigen schroom durf te stellen. De vraag is deze: betrachten wij wel eenvoud en gemak in de cijfermethoden zooals deze op dit oogenblik in ons land gebezigd worden ten behoeve van de plaatsbepaling op zee? De vraag lijkt mij nog het overwegen waard. Immers, de tijd is er vooreerst nog niet waarop de plaatsbepaling door middel van draadlooze peilingen overal op aarde en op de grootste afstanden van land de oude astronomische plaatsbepaling verdrongen zal hebben. Die tijd zal echter wel tegemoetgezien kunnen worden.

De Nederlandsche zeeman cijfert ten behoeve van het verkrijgen van zijn astronomisch bestek als regel naar lengtepunt en naar breedtepunt. Twee methoden van cijferen, die in wezen geheel verschillend zijn, heeft hij dus noodig te leeren, wil hij iedere hoogte, die hij al varende waarnemen kan, ten goede doen komen aan zijn plaatsbepaling. Bij de eerste, die naar lengtepunt, maakt hij gebruik van de „formule van Douwes" (Cornelis Douwes, 1712—1773, mathematicus der Admiraliteit te Amsterdam), welke hij zonder eenige moeite heeft leeren afleiden uit de grondformule der zeevaarkunde, m.a.w. uit den cosinusregel voor den boldriehoek, dien hij kende. Noch het onderricht in deze methode, noch haar toepassing leveren eenige moeilijkheden op voor leeraar, zoomin als leerling. Met eenige lessen is zij begrepen en geen stuurman vergeet ooit in zijn leven deze formule. Te zamen met Douwes zal hij prijzen „de verwonderlijke kortheijd van dese Reekening". Maar anders is het gesteld met de cijfermethode

naar circum-meridiaans-breedtepunt. Het kost den leeraar aan de zeevaartschool heel wat uren en heel wat moeite om haar te verklaren, ondanks het feit dat de wiskundige kennis benoodigd om de afleiding der formules voor de diverse correcties te volgen, niet zoo groot is. Bezwaarlijk is, dat het zeevaartonderwijs een behoorlijken tijd te besteden heeft aan de vraag, wanneer naar lengtepunt en wanneer naar breedtepunt gecijferd moet worden, met verdere kwesties daaraan verbonden. Het resultaat is dat de methode wel begrepen zal worden, maar voor het meerendeel der stuurlieden zal het te veel gevergd zijn als men naderhand vragen zou de zaak eens over te vertellen. De stuurman heeft zich na oefening het gebruik der tafels eigen gemaakt en cijfert nu machinaal, hetgeen zijn bedenkelijke zijde heeft.

Er zijn dus verschillende bezwaren tegen het bij ons in zwang zijnde systeem aan te voeren. Nu verdenke men mij er niet van, dat ik mij met minder achting hierover zou willen uiten, noch over het werk verricht door hen, die de breedtepuntmethode opbouwden en verbeterden tot den vorm waarin wij haar thans toepassen. Het tegendeel is waar en voorzeker past ieder varensman de grootste dankbaarheid voor dat werk. Hoewel oude kost daarbij opgehaald wordt, is het misschien goed te herinneren aan het ontstaan van de circum-meridiaan-methode.

Gaan wij terug naar de laatste jaren van de vorige eeuw, dan zien wij, dat de plaatsbepaling op zee bestond uit breedte- en uit lengtebepaling. De eerste geschiedde door waarneming in den meridiaan van de zon, of wel van de maan, een planeet of ster. Ook geschiedde zij door Poolsterwaarneming en verder had men de z.g. breedte-dicht-bij-den-middag, waarbij men de zonshoogte waarnam kort vóór of kort na den middag. Op de verbeterde zonshoogte werd een correctie toegepast volgens de formule $A. p^2$, waarbij men tot een uurhoek (p) kon gaan van 16 minuten. (Noorduyn, Leerboek der Zeevaartkunde, 1893, blz. 245).

De lengte berekende men door bepaling van het verschil tusschen den middelbaren tijd aan boord, afgeleid uit de waargenomen hoogte van een hemellicht en den middelbaren tijd te Greenwich. Men becijferde den uurhoek hetzij met de formule van Borda, hetzij met die van Douwes. Men droeg er zorg voor zooveel mogelijk waar te nemen als het hemellicht stond in den 1sten verticaal.

Beschikte men in plaats van over één hoogtewaarneming over twee, n.l. twee ongelijktijdige hoogten van hetzelfde hemellicht — als regel was dit de zon — dan kon men uit

dezen de breedte becijferen langs trigonometrischen weg volgens de methode van Lobatto en Hazewinkel, welke men was gaan prefereeren boven de oplossing in de 18de eeuw door Douwes gegeven. Deze methode werd zeer veel toegepast. Zij was op 's Rijks Schepen ingevoerd bij Kon. Besluit van 28 December 1827 en merkwaardig is — de heer S. P. L'Honoré Naber maakte er op opmerkzaam in een voordracht over „De West-Indisch Compagnie in Brazilië en Guinée", op 13 Maart 1930 te 's-Gravenhage voor de Kon. Ver. „Onze Vloot" gehouden — dat dit besluit nog steeds van kracht is.

Men ziet uit het bovenstaande, dat het waarnemingsgebied zeer beperkt was en dat men geheel gebonden was aan gunstige tijden van waarneming, n.l. voor de tijdmeterlengte bij den eersten verticaal en voor de breedte bij den meridiaan. De zeevaartkunde in dezen vorm vertoont duidelijk haar afkomst. Zij gaat hier nog aan den leiband der sterrenkunde.

Evenwel begon een geheel andere en een eigen richting zich in de plaatsbepaling baan te breken, dank zij het nieuwe dat de Amerikaansche kapitein Sumner in 1837 de nautische wereld gebracht had. Slechts uiterst langzaam geschiedde dit. De oude band tusschen sterrenkunde en zeevaartkunde was moeilijk te verbreken, omdat de voormannen lang op het oude standpunt bleven.

In het einde der vorige eeuw wist de zeeman al af van aardsche projectie, hoogteparallel en hoogtelijn. Hij kende de beteekenis van de hoogtelijn voor de navigatie en hij wist een punt der hoogtelijn te bepalen door op de hem bekende wijze zijn tijdmeterlengte uit te cijferen, dus den uurhoek uit te rekenen voor de gisbreedte. De richting der hoogtelijn kreeg hij door in een tafel op te zoeken een getal, dat aangaf de verandering, die de tijdmeterlengte ondergaat voor 1' missing in breedte.. Deze methode noemde hij de Sumnermethode; wij zouden zeggen berekenen van het lengtepunt en richting hoogtelijn. Een andere wijze van cijferen, ten doel hebbend ook de hoogtelijn en haar richting te bepalen, was de methode van Marcq St. Hilaire — wij zouden zeggen de hoogtepunt-methode — waarbij van bijzondere formules, de z.g. $\varphi$ formules, gebruik gemaakt werd. Bij deze $\varphi$ formules had men op teekens te letten. Beschikte de zeeman over twee waargenomen hoogten, dan kon hij beide uitwerken, hetzij naar de Sumner-, hetzij naar de Marcq St. Hilaire-methode. De eindbecijfering, waaruit hij tenslotte zijn bestek kreeg, was in het geval de Sumner-methode gevolgd werd een

algebraïsche bewerking. De hoogtelijnen bleven daarbij dus geheel op den achtergrond. Wel traden deze aan het licht wanneer men naar Marcq St. Hilaire zijn bestek wilde verkrijgen. Maar hier werd de methode op een minder practische wijze onderwezen. Men leerde toch met de gis voor beide waarnemingen als uitgangspunt de hoogtepunten te berekenen. De eindbecijfering om uit dezen het bestek te verkrijgen was lastig en onoverzichtelijk. Had men in plaats daarvan na berekening van het eerste hoogtepunt dit als gegiste plaats beschouwd voor de berekening der tweede hoogte, dan had zeker de methode aan populariteit gewonnen. Hoewel de Sumner-methode een onvolledige methode van plaatsbepaling was — immers men wachtte zich uurhoeken te gaan berekenen in de nabijheid van den meridiaan, dus een deel van het waarnemingsgebied werd niet gebruikt — en de Marcq St. Hilaire-methode een volledige was, kwam toch Sumner na een langen strijd over pro en contra der beide methoden als overwinnaar uit dien strijd. Zij bezat voor de meeste der zeelieden de grootste aantrekkelijkheid. Aangaande haar onvolledigheid had men dank zij dien strijd betere inzichten gekregen. Als gevolg werd het denkbeeld geopperd om voor een deel van het waarnemingsgebied in plaats van het snijpunt van de hoogteparallel met de parallel van de gegiste plaats te berekenen het snijpunt van de hoogteparallel met den meridiaan dier plaats. Een nieuw schema onder den naam van „gewijzigde methode Sumner" werd aan het bestaande toegevoegd. Een algebraïsch schema deed dienst voor de eindbecijfering van het bestek uit twee breedtepunten en eveneens voor de verbinding lengtepunt-breedtepunt. Nog steeds ging de hoogtelijn schuil. Voor de becijfering van het breedtepunt werden wederom de reeds genoemde φ formules gebruikt, die niet populair bij de scheepvaart waren.

Een groote verandering kwam, toen de heeren P. Bossen en D. Mars uitkwamen met hun

Zeevaartkundige Tafelen voor circum-meridiaan-waarnemingen met toepassing op de plaatsbepaling door hoogtelijnen, 1904.

Het verschijnen dezer tafels kan men gerust noemen een evenement in de ontwikkelingsgeschiedenis der stuurmanskunst. Zij voldeden in een sterk gevoelde behoefte, doordat het zeer beperkte waarnemingsgebied werd uitgezet en aansluiting tot stand kwam tusschen het gebied waarbinnen naar lengtepunt gecijferd werd met dat waarbinnen men naar breedtepunt cijferde. Iedere hoogtewaarneming kon nu een hoogtelijn in de kaart opleveren en de plaatsbepaling ten

goede komen. En wat zeer voornaam was, de φ-formules gebezigd in de berekening van het breedtepunt, die impopulair waren en tengevolge van haar constructie oorzaak konden zijn van groote fouten in de berekening, werden vermeden en in haar plaats werd gesteld een niet-logarithmische becijfering. Die tafels vonden haar oorsprong in de theoretische beschouwingen van den heer Mars in het tijdschrift „de Zee".

Geheel volmaakt was de theorie nog niet dadelijk. Door den heer Mars en door de heeren S. P. L'Honoré Naber, J. van Roon en anderen zijn bijdragen geleverd, die voerden tot beter inzichten en vereenvoudigde afleiding der formules. Dank zij dien lateren arbeid hebben zoowel leeraar als leerling het thans heel wat gemakkelijker dan hun voorgangers van 25 jaren geleden.

Hoe herinnert deze schoone bladzijde in de geschiedenis der stuurmanskunst aan een andere, geschreven in de 18de eeuw. Zooals Douwes toen het bepalen der breedte uit waarneming buiten den meridiaan bracht onder het bereik van iederen zeeman, zooals hij dus het waarnemingsgebied verbreedde, zoo deden dit de heeren Bossen en Mars met hun tafels en zooals Douwes de boltrigonometrische bewerking van het vraagstuk vermeed, zoo vermeden genoemde heeren logarithmische becijfering. Voor den zeeman beteekende de arbeid van Douwes en de arbeid van de heeren Bossen en Mars een hoogst belangrijke en niet genoeg te waardeeren bijdrage tot verhooging van zijn veiligheid. Is de heer Mars niet de Douwes van onzen tijd geweest?

Een gevolg van het in gebruik komen der circum-meridiaantafel was, dat de ouderwetsche triogonometrische wijze van plaatsbepaling voorgoed afgedaan had. De hoogtelijn ging de plaatsbepaling beheerschen. De leerboeken behandelden niet meer eerst de verschillende historisch geworden methoden van plaatsbepaling en aan het slot als een toegift iets omtrent de hoogteparallel, de hoogtelijn, lengte van stukken raaklijn, afwijking uit de hoogtekromme, enz. Maar de volgorde wordt omgedraaid. Eerst komt de behandeling van het wezen der astronomische plaatsbepaling, n.l. bespreking van aardsche projectie, hoogteparallel, hoogtelijn, enz. en daarna komen de formules, die het wiskundig verband leggen tusschen de grootheden, die bij de algemeene behandeling te pas kwamen. De inzichten zijn dus nu geheel anders geworden en zij zijn nu gemeen goed te noemen.

Moeten wij thans nog werken met de twee verschillende cijfermethoden, die naar lengtepunt en die naar breedtepunt, een wijze van werken, die voor zeevaartonderwijs en voor

leerlingen — als reeds aangetoond — bezwaren meebrengt en die voor gebruik aan boord geen bijzondere voordeelen oplevert?

Het antwoord is neen, want niet alleen op het punt inzicht in de plaatsbepaling, maar ook op andere verschilt de toestand van nu met dien uit de dagen van den strijd tusschen Sumner en Marcq St. Hilaire.

Noemde ik boven laatstgenoemde methode een volledige methode van plaatsbepaling, dit was zij toch niet, omdat de zeeman met zijn „Zeevaartkundige Tafelen" van D. J. Brouwer, 3de druk, 1896, slechts een log. sinusversus uurhoek-tafel tot zijn beschikking had, die liep tot acht uur. Thans loopt deze in de „Zeevaartkundige Tafels" van P. Haverkamp, 1916, door tot 12 uur.

De φ formules, die den zeeman last bezorgden doordat hij op de teekens te letten had en die op dit punt dus aan het zeevaartonderwijs extra tijd kostten, die groote fouten met zich konden brengen en het gebruik van logarithmentafels met zes decimalen noodzakelijk maakten, hebben afgedaan. Het is nu de eenvoudige en betrouwbare formule van Douwes, die onze plaatsbepaling geheel beheerscht en het is in tegenstelling met vroeger een logarithmentafel met vijf decimalen, die de zeeman gebruiken mag. De mathematici hebben aangetoond, dat wanneer men naar hoogtepunt cijfert met de Douwesformule, men de tafels met vijf decimalen gebruikt, men in de berekening breedte en declinatie afrondt tot de naaste volle minuut en den uurhoek in de gegiste plaats tot op de naaste tafelwaarde en men verder in de becijfering van het hoogtepunt geen rekening met deze afrondingen houdt, de fout in de ligging van de hoogtelijn — althans zoolang de hoogte kleiner dan 85° is — waarschijnlijk wel nooit 1′.5 te boven gaat. Men vindt dit resultaat in de „Zeevaartkundige Tafels" van P. Haverkamp, deel II, blz. 138 en 139. Daarenboven treft men aldaar den zin aan: „zelfs bij hoogten van 85° zal in de praktijk wel nooit een fout van 0′.5 in de ligging van de hoogtelijn optreden". Waarom cijfert men dan niet naar deze methode, waarbij men zich van één uniform cijferschema voor het geheele waarnemingsgebied bedienen kan, een methode, die voor zeevaartonderwijs en leerling niet meer moeite meebrengt dan thans de methode van lengtepunt met de Douwes-formule? Nu de leerling begint met op de school een goed inzicht te krijgen in het wezen der zeevaartkunde, behoeft men niet meer de mogelijkheid te vreezen, dat hij later als stuurman varende in de praktijk het door hem becijferde hoogteverschil naar

de verkeerde zijde zou afpassen. Mochten er bezwaren zijn tegen constructie in de kaart van het bestek uit snijding van eenige hoogtelijnen uit becijfering naar hoogtepunt verkregen, dan is men nu niet meer aangewezen op de onhandige eindbecijfering van vroeger. Want nu bestaat er een instrument dat tot het doel voert, n.l. de Browning Star Plotter, beschreven in den reeds meermalen genoemden catalogus van Hughes en er zijn andere hulpmiddelen en tafeltjes voor bedacht, o.a. het Kaartnet voor constructie van Hoogtelijnen naar Hoogtepunt, door J. C. Lieuwen (zie „de Zee" 1931, blz. 493).

Zoolang de draadlooze peiling de astronomische plaatsbepaling niet overbodig maakt, zoolang wij niet de noodzakelijke becijfering van den parallactischen driehoek doen uitvoeren door een machine of rekenliniaal, zoolang wij niet voor hetzelfde doel een eenvoudige tafel gebruiken, welke de berekening bekort, zooals die van Dreisonstock, maar zoolang wij aan logarithmische becijfering de voorkeur geven, zouden wij dan niet een stap doen in die lijn van vereenvoudiging, steeds gevolgd in de geheele geschiedenis der zeevaartkunde, door de cijfermethoden naar lengtepunt en naar breedtepunt met alle respect overboord te werpen en haar te vervangen door de eenvoudige en uniforme methode naar hoogtepunt? Wat zou het onderwijs niet een belangrijke hoeveelheid tijd vrij krijgen voor andere onderwerpen, wat zou de leerling niet verlicht worden! Dit kort historisch overzicht, hoe schematisch het ook moge zijn, leert dat de tijd er rijp voor is. Daarenboven is er van verscheidene kanten al lang om gevraagd en onder de stuurlieden vindt de cijfermethode naar hoogtepunt aanhangers.

Heb ik het mis, zou in dien overgang geen voordeel gelegen zijn en heb ik bezwaren over het hoofd gezien? Of heb ik gelijk en moet ik zeggen met Claes Hendriksz. Gietermaker, wiens boek gedurende meer dan een eeuw het leerboek was waaruit de stuurman zijn kennis putte, men doet den stap niet: „door oude gewoonte en alsoo men seijt datter geen machtiger sake is als gewoonte"? Zou inderdaad sleur de reden zijn, dan was er weder een punt van overeenkomst tusschen de oude navigatie en de hedendaagsche gevonden.

ERNST CRONE.

---